

ANÁLISE QUANTITATIVA DA REMOÇÃO DE POTÁSSIO DO SOLO SOB PASTAGEM COMPARADA COM SOLO DE MATA NATIVA

Gustavo Soares de Souza¹, Samuel de Assis Silva², Alessandra Fagioli da Silva³, Rone Batista de Oliveira⁴, Julião Soares de Souza Lima⁵

¹Graduando em Agronomia, CCA-UFES, Deptº Engenharia Rural, Caixa Postal 16, CEP: 29500-000, Alegre-ES, e-mail: gsdsouza@hotmail.com

²Graduando em Agronomia, CCA-UFES, Deptº Engenharia Rural, Alegre-ES, e-mail: samuel-assis@hotmail.com

³Graduando em Agronomia, CCA-UFES, Deptº Engenharia Rural, Alegre-ES, e-mail: alefagioli@hotmail.com

⁴Doutorando em Energia na Agricultura, UNESP, Botucatu - SP, e-mail:

⁵Prof. Orientador, CCA-UFES, Deptº Engenharia Rural, Alegre-ES, e-mail: limajss@hotmail.com

Resumo- O objetivo deste trabalho foi determinar os teores de potássio nas áreas de mata nativa e pastagem e quantificar a remoção de potássio da área de pastagem comparada com a área de mata, utilizando as técnicas de geoestatística e recursos de geoprocessamento. O experimento foi realizado em duas áreas, dispostas lado a lado, porém, com coberturas diferentes (mata nativa e pastagem). Em cada área foi instalado um *grid* de 70 x 70 m, contendo 64 pontos amostrais para estudo do atributo K⁺. Os dados foram avaliados pela análise descritiva e geoestatística. Foram confeccionados mapas temáticos, através da krigagem ordinária e recursos do IDRISI 32. O IDE indicou dependência espacial forte para o atributo na área de mata nativa e moderada na área de pastagem. Foi constatado em 3,3%; 73,0%; e 23,7% da área com 30%, entre 30% a 60% e maior que 60% de remoção do teor de potássio, respectivamente. A área de pastagem apresentou redução média de 48% do teor de K⁺. A geoestatística junto com os recursos de geoprocessamento permitiram estimar, de forma satisfatória, o comportamento dos teores de K⁺ no solo, quantificar as áreas e comparar os dois tipos de cobertura vegetal.

Palavras-chave: variabilidade espacial, *grid*, taxa de remoção

Área do Conhecimento: Agronomia

Introdução

Para a utilização do solo de forma adequada e correta é necessário realizar estudos específicos que promovam o sucesso da atividade, além de permitir a utilização dos recursos naturais sem degradar o meio ambiente.

Nas últimas décadas, a degradação dos solos tem sido detectada de forma intensiva em áreas agrícolas e de pastagens. Dentre os processos responsáveis pela degradação em nível mundial, o super-pastejo lidera a lista, sendo responsável por 34,5% da área mundial degradada (OLDEMAN, 1994). Estes processos são responsáveis por diversos fenômenos, que têm contribuído para a diminuição do potencial produtivo do solo, afetando a sustentabilidade do sistema.

Mello et al. (2006) afirma existir uma relação entre fertilidade e erosão, podendo levar à diminuição do arraste de partículas devido ao aumento de fertilidade, e redução da degradação progressiva do solo e, quando a fertilidade é baixa, ocasiona maiores perdas por erosão, reduzindo a quantidade de nutrientes disponíveis às plantas, tornando o solo mais pobre. Isso mostra a importância de conhecer os níveis de fertilidade do solo.

O conhecimento da capacidade de retenção e os teores de nutrientes disponíveis para as plantas, são, entre outros fatores, necessários para realizar um manejo sustentável do solo (PREZOTTI et al. 2007).

O manejo das culturas, bem como seu desenvolvimento sofrem influência da variabilidade espacial dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

Para o estudo da variabilidade espacial de atributos do solo utiliza-se a geoestatística. A aplicação da geoestatística na ciência do solo, é utilizada no sentido de estimar e mapear os atributos do solo para locais não amostrados, estimando os valores por meio de técnicas de interpolação, mais comumente conhecida como krigagem (GOOVAERTS, 1999).

O objetivo deste trabalho foi determinar os teores de potássio nas áreas de mata nativa e pastagem e quantificar a remoção de potássio da área de pastagem comparada com a área de mata, utilizando as técnicas de geoestatística e recursos de geoprocessamento.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na Escola Agrotécnica Federal de Alegre - EAFA, localizada no município de Alegre - ES. O clima da região segundo Köppen, é do tipo megatérmico com inverno seco (Aw) e a região apresenta relevo montanhoso.

Foram selecionadas duas áreas próximas para instalação do experimento, dispostas lado a lado, porém, com coberturas diferentes, apresentando a primeira cobertura vegetal de pastagem e a segunda área vegetação nativa, ambas no mesmo solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, com textura média (EMBRAPA, 1999).

Em cada área foi instalada uma malha de amostragem (*grid*) de 70 x 70 m, contendo 64 pontos que foram georreferenciados (GPS) e posteriormente amostrados. As amostras foram retiradas na profundidade de 0,0-0,2 m e levadas para laboratório para análise de solo. O atributo estudado foi o potássio (K⁺).

Os resultados no primeiro momento passaram por uma análise descritiva dos dados para verificar a distribuição de frequência, a variância e a normalidade. Em seguida, realizou-se a análise geoestatística para quantificar o grau de dependência espacial, utilizando o semivariograma clássico de Matheron pelo *software* GS⁺ (ROBERTSON, 1998). O semivariograma foi estimado pela seguinte expressão:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

em que γ^* é a semivariância experimental, obtida pelos valores amostrados $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$; h é a distância entre pontos amostrais e $N(h)$ é o número total de pares de pontos possíveis, dentro da área de amostragem com distância h (VIEIRA, 2000).

Os modelos teóricos testados foram: esférico e exponencial. A escolha do modelo seguiu os critérios adotados pelo *software* GS⁺, que utiliza a menor soma do quadrado dos resíduos (SQR) e o maior coeficiente de determinação (R^2).

O ajuste dos dados a partir do semivariograma possibilitou definir os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0), patamar (C_0+C), alcance (a) e o índice de dependência espacial (IDE). O índice de dependência espacial dos atributos em estudo foi classificado em fraco para os semivariogramas que apresentaram a contribuição (C) \leq que 25% do patamar, moderado quando o valor for entre 25 e 75%, e forte quando a relação for maior igual que 75% (ZIMBACK, 2001).

Determinado a dependência espacial foi efetuada a interpolação, através da técnica de krigagem ordinária e de posse desses resultados foram confeccionados os mapas temáticos. Foram utilizados os recursos computacionais do *software*

IDRISI 32 (CLARCK LABS, 2000), com o intuito de determinar e teores de K⁺ removidos da área de pastagem comparativamente com a área de mata nativa.

Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os valores da análise descritiva dos dados para o atributo K⁺ para as duas áreas em estudo na profundidade de 0,0-0,2 m.

Tabela 1. Estatística descritiva dos atributos químicos do solo sob vegetação nativa.

Atributo	Teores de K ⁺ (mg dm ⁻³)	
	Mata nativa	Pastagem
\bar{x}	51,34	25,52
Md	50,00	25,00
s	16,19	7,80
Mín.	20,00	11,00
Máx.	89,00	45,00
CV	31,53	30,56
C _s	0,40	0,54
C _k	0,01	-0,39
p-valor	0,13 ^{ns}	0,04*

\bar{x} -média; Md- mediana; s- desvio padrão; Máx.- máximo; Mín.- mínimo; CV- coeficiente de variação; C_s- Coeficiente de assimetria; C_k- coeficiente de curtose; ns- distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk's; *- distribuição não normal.

Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os semivariogramas escalonados para o atributo K⁺ para as duas áreas em estudo.

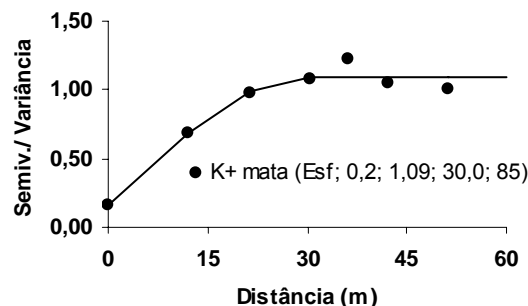


Figura 1. Modelo e parâmetros (C_0 ; C_0+C ; a ; IDE) do semivariograma escalonado do atributo K⁺ para área de solo sob mata nativa

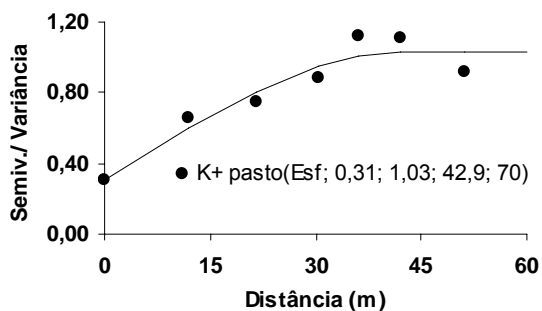


Figura 2. Modelo e parâmetros (C_0 ; C_0+C ; a ; IDE) do semivariograma escalonado do atributo K^+ para área de solo sob pastagem

Foram estimados valores para locais não medidos através de técnica de interpolação (krigagem ordinária) para confecção dos mapas de distribuição espacial dos teores de K^+ nas duas áreas em estudo (Figuras 3 e 4) e do mapa da porcentagem dos teores de K^+ (%) retirados do local em estudo (Figura 5) e suas respectivas áreas.

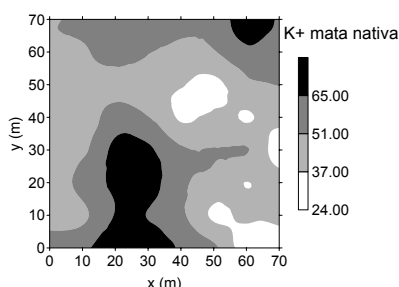


Figura 3. Mapa de distribuição espacial dos teores de K^+ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) na área sob mata nativa na profundidade de 0-0,2 m.

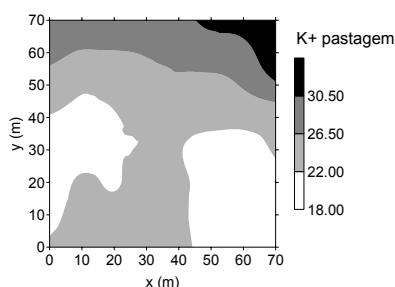


Figura 4. Mapa de distribuição espacial dos teores de K^+ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) na área sob pastagem na profundidade de 0-0,2 m.

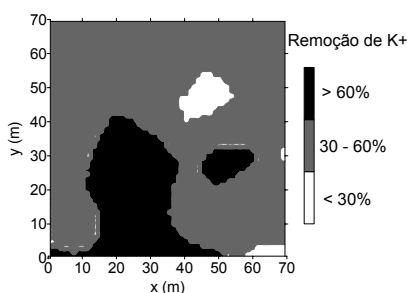


Figura 5. Mapa de distribuição espacial do percentual dos teores de K^+ (%) retirados da área sob pastagem em relação à área sob mata nativa.

Discussão

Inicialmente, observou-se que os valores médios de K^+ apresentaram os teores mais elevados na área de mata nativa.

A distribuição de freqüência dos teores de K^+ para as duas áreas apresentou assimetria positiva, apresentando, neste caso, valor da mediana menor que a média, indicando maior tendência de valores menores que a média (Tabela 1).

O atributo K^+ para área sob mata nativa apresentou distribuição de freqüência leptocúrtica, ou seja, curtose positiva, o que demonstrou a tendência de uma maior concentração dos dados em torno da média, já para outra área apresentou-se o inverso, ou seja, curtose negativa, indicando maior dispersão.

Foi verificada a normalidade dos dados com base no teste de Shapiro-Wilk's ($P < 0,05$). O resultado indicou distribuição normal para os dados do atributo para a área de mata nativa, enquanto para a área de pastagem, o resultado foi significativo, ou seja, não normal. Cressie (1991) afirma que a normalidade dos dados não é uma exigência da análise geoestatística.

O coeficiente de variação (CV) foi classificado como alto, ou seja CV maior que 20%, segundo Pimentel-Gomes (1984), para os valores do atributo nas duas áreas. De acordo com Carvalho et al. (2002) uma possível explicação seria o fato de se ter feito uma amostragem simples em cada ponto amostrado, com amostragem composta, provavelmente, seriam encontradas menores variações.

Foi encontrada correlação espacial para o atributo na duas áreas (Figuras 1 e 2). Considerando o semivariograma escalonado, o melhor ajuste foi obtido com o modelo esférico.

O parâmetro efeito pepita (C_0) apresenta a variabilidade dos dados não explicada, quanto menor for esse valor, maior será a dependência espacial do atributo na área. O índice de dependência espacial (IDE) indicou forte dependência para o atributo na área de mata nativa e moderado na área de pastagem, conforme critérios adotados por Zimback (2001).

Foi observado alcance de 30,0 e 42,9 m para as áreas de mata nativa e pastagem, respectivamente. O alcance indica a distância até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si (SOUZA et al., 1997). Esse parâmetro também é utilizado para definir o raio de amostragem de solo em uma área.

Visualizando a Figura 3, percebe-se maior variabilidade espacial da distribuição do K^+ na área de mata, com maior concentração na região inferior da área. Na Figura 4, foi observado os

maiores valores na parte superior do mapa, sendo a região de maiores cotas na área em estudo, também foi constatada maior continuidade dos teores do atributo no sentido horizontal do mapa, ou seja, no sentido da curva de nível.

Foi constatado em 3,3%; 73,0%; e 23,7% da área com 30%, entre 30% a 60% e maior que 60% de remoção do teor de potássio, respectivamente. Observou-se que a média ponderada da remoção de K^+ da área foi de 48%, ou seja, aproximadamente metade da quantidade deste nutriente existente no local foi removido em relação a área de mata nativa.

Isso indica que o processo de arraste de partículas pode estar acontecendo de forma acentuada, já que a cobertura vegetal na área de pastagem é bem reduzida, dessa forma, pode-se inferir que ocorre remoção de bases nessa área, ocasionando redução dos níveis de fertilidade deste solo e, conseqüentemente sua degradação.

Conclusão

Pode-se visualizar a distribuição dos teores do atributo K^+ na área, permitindo com isso entender melhor sobre sua variabilidade espacial nestas condições.

- A área de pastagem apresentou redução do teor de K^+ de 48%, quando comparado com a área de mata nativa, o que evidencia o processo de arraste de partículas, resultando na degradação do solo.

- A geoestatística junto com os recursos de geoprocessamento permitiram estimar, de forma satisfatória, o comportamento dos teores de K^+ no solo, quantificar as áreas e comparar os dois tipos de cobertura vegetal.

Referências

- CARVALHO, M.P; TAKEDA, E.Y.; FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, n.4, p.695-703, 2003.

- CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa. **Soil Science Society of American Journal**, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

- CLARK LABS. **Idrisi version I32.11 for Windows**. [S.1.]: Clark Labs. 2000. 1 CD-ROM.

- CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1991. 900 p.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de

Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

- GOOVAERTS, P. **Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives**. v. 89, n.1-2, p.1-45, 1999.

- MELLO, G. DE; BUENO, C.R.P.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial das propriedades físicas e químicas do solo em áreas intensamente cultivadas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.2, p.294-305, 2006.

- OLDEMAN, L. R. The Global extent of soil degradation. In: GREELAND, D. J.; SZABOCLS, I (Ed). **Soil resilience and sustainable land use**. Cab. International, Wallingford, UK, 1994. p.99-118.

- PIMENTEL-GOMES, F. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 160 p.

- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5ª Aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

- ROBERTSON, G. P. **GS+: Geoestatistics for the environmental sciences – GS+ User's Guide**. Plainwell, Gamma Desing Software, 1998. 152p.

- SOUZA, L. S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. Variabilidade de propriedades físicas e químicas do solo em um pomar cítrico. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 21, n. 3, p. 1-10, 1997.

- VIEIRA, S. R. Geoestatística aplicada à agricultura de precisão. In: BORÉM, A. (ed.). **Agricultura de precisão**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 93-108.

- ZIMBACK, C.R.L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2001.